

**DRYING TEMPERATURE REGULATOR FOR WINDING**

Publication number: JP60035937

Publication date: 1985-02-23

Inventor: TAKAHASHI TAKESHI; MIZUTANI SHINJI; INOUE MASAKAZU; YAMAZAKI YUUZOU; KOIKE TAKEO

Applicant: MITSUBISHI HEAVY IND LTD; FUJI DENKI KEISO KK

Classification:

- International: H02K11/00; H02K15/12; H02K11/00; H02K15/12;  
(IPC1-7): H02K11/00

- European: H02K15/12B

Application number: JP19830144661 19830808

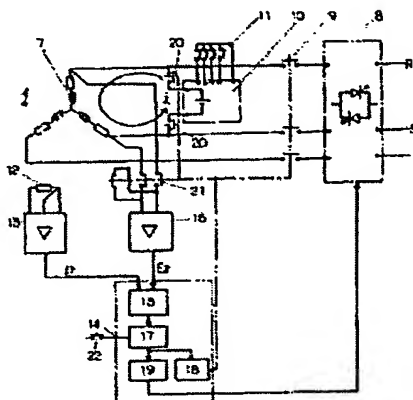
Priority number(s): JP19830144661 19830808

Report a data error here

**Abstract of JP60035937**

**PURPOSE:** To shorten drying time by self-drying a rotary electric machine by flowing AC to the winding of the machine, switching to a DC in a short time to detect the variation of a resistor and the temperature rise from a temperature sensor, and controlling the AC along a temperature program.

**CONSTITUTION:** A thyristor switch 8 is controlled at the winding 7 of a motor 1. AC is flowed through a contact 9 to self-dry the motor. The temperature at the starting time is detected by a sensor 12, amplified by a preamplifier 13, and inputted to an arithmetic circuit 15. A temperature program setter 17 controls contacts 9, 20, 21 by AC/DC switch 18 in accordance with the program to select suitable DC10 by a selector 11, supplied to the winding 7, amplified by a preamplifier 16, and inputted to the circuit 15. The circuit 15 calculates the temperature rise from the variation of the resistance value, and again switches a power source by a switch 18 to flow AC. A temperature regulator 19 controls the conducting angle of a thyristor switch 8 in response to the difference between the target temperature and the present temperature. This operation is repeated until reaching the target temperature. Thus, the drying time can be shortened to save the heating energy.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭60-35937

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>  
H 02 K 11/00識別記号 庁内整理番号  
6903-5H

④ 公開 昭和60年(1985)2月23日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

④ 発明の名称 捲線乾燥温度調節装置

② 特 願 昭58-144661

② 出 願 昭58(1983)8月8日

⑦ 発 明 者 高 橋 武 史 愛知県西春日井郡西枇杷島町字旭町3丁目1番地 三菱重工業株式会社名古屋冷熱工場内  
⑦ 発 明 者 水 谷 信 治 愛知県西春日井郡西枇杷島町字旭町3丁目1番地 三菱重工業株式会社名古屋冷熱工場内  
⑦ 発 明 者 井 上 雅 和 愛知県西春日井郡西枇杷島町字旭町3丁目1番地 三菱重工業株式会社名古屋冷熱工場内  
⑦ 発 明 者 山 崎 勇 三 東京都港区高輪2丁目20番36号 富士電機計装株式会社内  
⑦ 発 明 者 小 池 健 雄 東京都港区高輪2丁目20番36号 富士電機計装株式会社内  
⑦ 出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号  
⑦ 出 願 人 富士電機計装株式会社 東京都港区高輪2丁目20番36号  
⑦ 代 理 人 弁理士 横 屋 越 夫

## 明 細 書

1. 発明の名称 捲線乾燥温度調節装置

2. 特許請求の範囲

(1) 電気機器の電機子捲線に交流電流を供給して前記捲線を自己加熱して乾燥させる乾燥装置において、室温を測定する温度センサと、前記捲線に所要の直流定電流を供給する直流定電流装置と、前記直流定電流による前記捲線の始動時の電圧と加熱時の電圧との電圧変化を測定し前記温度センサによる室温を始動時の温度とみなして記憶し前記捲線の加熱時の温度を演算する捲線温度演算回路と、交流電流を前記捲線に供給する際には前記直流定電流を遮断し、前記直流定電流を前記捲線に供給する際には、前記交流電流を遮断する周期的な切換動作を繰返す交・直流切換回路と、前記捲線温度演算回路の出力の目標温度および昇温時間を設定して温度プログラムを発信する温度プログラム設定回路と、前記温度プログラムと演算された前記捲線温度との比較により前記交流電流を調節する温度調節回路とを備えたことを特徴とす

る捲線乾燥温度調節装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、電気機器、例えば回転機、発電機等の電機子の捲線の銅損および鉄損による発熱作用を利用する捲線乾燥温度調節装置に関する。

第1図は従来の捲線乾燥温度調節装置の概略構成図を示す。図においてモータ1が乾燥釜2内に収納され、この乾燥釜2内に設けられたヒータ3により、モータ1の外部より加熱エネルギーを加える。この加熱エネルギーを温度センサ4により検出し、温度プログラム調節器5の温度プログラムに従って、ヒータ駆動装置6を操作する。この際、ヒータ3の加熱エネルギーはモータ1の電機子捲線のみでなく、鉄心、枠等および乾燥釜2自体をも昇温に必要なだけ加熱しなければならない。その結果、捲線温度の昇温に必要な加熱エネルギーの数倍に達する加熱エネルギーを消費する。しかも、モータ1および乾燥釜2の熱時定数が大きいため、その換熱時間も必然的に長くなるという欠点があった。さらに、捲線に交流電流を供給して自己加

熱により乾燥させる方法がある。ところが、捲線に温度計を挿入して直接に温度を測定することは困難である。従つて、経験値に基づいて各種のモータの交流電流値を適当に測定することは困難で、必要以上の時間を掛けて乾燥せざるを得なかつた。

本発明は、かかる従来の問題点に鑑み、これを有効に解決し得る捲線乾燥温度調節装置を提供することを目的とする。

このような目的は本発明によれば、室温を測定する温度センサと、前記捲線に所要の直流定電流を供給する直流定電流装置と、前記直流定電流による前記捲線の始動時の電圧と加熱時の電圧との電圧変化を測定し前記温度センサによる室温を始動時の温度とみなして記憶し前記捲線の加熱時の温度を演算する捲線温度演算回路と、交流電流を前記捲線に供給する際には前記直流定電流を遮断し、前記直流定電流を前記捲線に供給する際には前記交流電流を遮断する周期的な切換動作を繰返す交・直流切換回路と、前記捲線温度演算回路の出力の目標温度および昇温時間を設定して温度プログラムを発信する温度プログラム設定回路

( 3 )

第 1 表

捲線抵抗 ( $\Omega$ )	電流 I (mA)
1 ~ 2	10
0.4 ~ 1	20
0.2 ~ 0.4	50
0.1 ~ 0.2	100

なお、室温を検出する温度センサ、本実施例では白金測温抵抗体 12 は、前置増幅器 13 を経て温度プログラム調節器 14 に接続される。また、捲線 7 を形成する電気銅の温度変化に比例する抵抗変化は、電圧変化として前置増幅器 16 を経て、温度プログラム調節器 14 に接続される。

温度プログラム調節器 14 は捲線温度演算回路 15、温度プログラム設定回路 17、交・直流切換回路 18 および温度調節回路 19 等からなる。捲線温度演算回路 15 は、前置増幅器 13、16 の出力信号  $V_r$ 、 $V_t$  を入力として、捲線 7 の温度を演算する回路で、<sup>ある</sup>この温度プログラム調節器 14 はマイコン <sup>で構成されている。</sup> ~~部である。~~ また、温度プログラム

( 5 )

温度プログラムと演算された前記捲線温度との比較により前記交流電流を調節する温度調節回路とを備えることにより達成される。

次に、本発明の一実施例を図面にに基づき、詳細に説明する。

第 2 図は本発明の一実施例の概略構成図を示す。図においてスター結線された捲線 7 には、サイリスタ電力調整器 8 および電磁接触器 9 を介して、交流電流が供給され、自己加熱される。また、直流定電流装置 10 は、モータ 1 の種別による捲線 9 の抵抗の大きさの相違に応じて、適当な直流電流 I が選択スイッチ 11 により選択され、供給される。すなわち、モータ 1 の種類は多種で、その捲線抵抗は多岐にわたる。ところが、前置増幅器 16 の定格により、その入力電圧の範囲に限界がある。従つて、捲線 7 に供給される電流は、捲線抵抗により規制する必要がある。そこで、約 60 度 C において捲線抵抗に供給される電流 I を、第 1 表に示す。

( 4 )

設定回路 17 は、捲線温度演算回路 15 で演算された捲線 7 の温度に、目標温度および昇温時間を設定する。なお、交・直流切換回路 18 は、捲線 7 に交流電流が供給される際には直流電流を遮断し、直流電流が供給される際には交流電流を遮断する切換指令を周期的に発信する。さらに、温度調節回路 19 は、温度プログラム設定回路 17 の温度プログラムと、温度測定値とを比較演算して操作信号は、<sup>ON-OFF 信号と</sup> ~~サイリスタ電力調整器 8 により、交流電流の位相角を制御し、~~ 捲線 7 に供給される交流電流を調節する。なお、接点 20、21 は交・直流切換回路 18 に接続され、直流定電流装置 10 の捲線 7 への供給を断続するリレー接点および前置増幅器 16 への入力を断続するリレー接点である。また、22 は温度プログラム調節器 14 への運転開始スイッチである。

次に、第 3 図は捲線温度演算回路の概略構成図を示す。図において捲線温度演算回路 15 は次のような理論式に基づいて構成される。すなわち、

( 6 )

捲線 7 は電気銅であるから、その温度と電気抵抗との関係は、次の第(1)式で示される。

$$R_t = R_0 \times (1 + \alpha t) \quad \cdots (1)$$

ここに、 $R_t$  は捲線 7 の  $t$  度 C における電気抵抗 ( $\Omega$ )、 $R_0$  は捲線 7 の零度 C の電気抵抗 ( $\Omega$ )、 $\alpha$  は抵抗温度係数で、銅の抵抗温度係数は 1 度当り 0.00425 である。

始動時の室温  $t_r$  (度 C) における抵抗値  $R_{tr}$  は、第(2)式で示される。

$$R_{tr} = R_0 \times (1 + \alpha t_r) \quad \cdots (2)$$

第(1)式および第(2)式から、捲線 7 の温度  $t$  は次の第(3)式により求められる。

$$t = \left( \frac{R_t - R_{tr}}{R_{tr}} \right) \times \left( \frac{1}{\alpha} + t_r \right) + t_r \quad \cdots (3)$$

ところが、捲線 7 の抵抗値  $R_{tr}$ 、 $R_t$  は、第(2A)式および第(1A)式のように電圧降下法に基づいて求めることができる。

$$E_{tr} = R_{tr} \times i = R_0 \times (1 + \alpha \cdot t_r) \times i \quad \cdots (2A)$$

(7)

定時の電圧を記憶している。引算回路 25 は引算  $E_t - E_{tr}$  を行う。次に、割算回路 26 は割算  $(E_t - E_{tr}) / E_{tr}$  を行う。また、白金測温抵抗体 12 にて検出される室温は、前置増幅器 13 を経て、始動時脱込スイッチ 23 と連動する始動時脱込スイッチ 23A に接続され、始動時の捲線 7 の温度とみなし記憶される。室温の測定範囲 0 ~ 50 度 C とし、捲線 7 の乾燥温度範囲を 0 ~ 150 度 C とすれば、前置増幅器 13 の出力を、掛算回路 27 において、50 度 C / 150 度 C = 33.3 % を定数とする定数設定器 28 との掛算により、前置増幅器 16 の出力  $E_t$  と等価的な出力  $t_r$  とする。次に、この出力  $t_r$  は、加算回路 29 において温度抵抗係数  $\alpha$  の逆数  $\frac{1}{\alpha}$  を加算して、その出力を  $(t_r + \frac{1}{\alpha})$  とする。さらに、掛算回路 31 により割算回路 26 の出力  $(E_t - E_{tr}) / E_{tr}$  に出力  $(t_r + \frac{1}{\alpha})$  を掛け、 $\{ (E_t - E_{tr}) / E_{tr} \} \times (t_r + \frac{1}{\alpha})$  をその出力とする。この出力  $\{ (E_t - E_{tr}) / E_{tr} \} \times (t_r + \frac{1}{\alpha})$  は加算回路 32 により、掛算回路 27 の出力  $t_r$  を加算して、その出力 PV は演算式(4)の

(9)

$$E_t = R_t \times i = R_0 \times (1 + \alpha \cdot t) \times i \quad \cdots (1A)$$

$E_{tr}$ 、 $E_t$  は、室温  $t_r$  および捲線 7 の温度  $t$  における電圧である。電流  $i$  は電流指定スイッチ 11 により指定された直流定電流で、負荷抵抗に関係しない一定電流である。すなわち、抵抗値  $R_{tr}$  の代わりに電圧  $E_{tr}$ 、抵抗値  $R_t$  の代わりに電圧  $E_t$  を使用することが可能である。従つて、第(3)式は第(4)式とすることができる。

$$t = \frac{(E_t - E_{tr})}{E_{tr}} \times \left( \frac{1}{\alpha} + t_r \right) + t_r \quad \cdots (4)$$

なお、始動時の捲線 7 の温度  $t_r$  は、モータ 1 が保管された室内温度と同一とみなすことができる。従つて、始動時の捲線 7 の温度  $t_r$  は、白金測温抵抗体 12 により測定され、その測定値は温度調節器 14 内に記憶される。このために、第(4)式の右辺は測定電圧  $E_t$  のみの関数となる。

演算式(4)に基づいて第 3 図を説明すれば、始動時脱込みスイッチ 23 により、始動時の電圧  $E_{tr}$  が記憶される。非測定時データラッチ 24 は非測

(8)

温度  $t$  を算出する。

次に、第 4 図は温度調節時間と温度測定時間との時分割図を示し、(A)はスタート指令時、(B)は温度測定時間、(C)は温度調節時間である。第 3 図において温度測定時間  $T_t$  と、温度調節時間  $T_c$  との時間比は、交・直流切換回路 18 の時間設定値によるものである。この際、温度測定時間  $T_t$  の最小時間は増幅器 13 の変換時定数により制限される。温度測定時間の時間間隔は長時間になる程、円滑な昇温状態を望むことができない。そこで、温度測定時間  $T_t$  は約数 10 秒ないし 1 分程度位に設定される。このような切換動作により、温度測定中は加熱用交流電流を遮断するが、温度変化はゆっくりであり、しかもその時間は短時間であるから、昇温に支障を生じない。

次に、第 5 図は温度プログラム設定回路および温度調節回路の概略構成図を示す。図において温度プログラム設定回路 17 は、スタート指令スイッチ 22、目標温度設定器 33、昇温時間設定器 34 およびプログラム発生回路 35 等からなる。

(10)

このプログラム発生回路35は、目標温度設定器33および昇温時間設定器34にて設定された目標温度および昇温時間に応じて、所望のプログラム信号SVを発信する。従つて、温度調節回路19は、プログラム信号SVと、捲線温度演算回路15の測定温度信号PVとを比較演算して、~~スイッチにON-OFF信号を出力し、サイリスタ電力調整器8に出力電流MIを発信し、交流電流の位相角制御を行う。~~このように、捲線7に与える交流電流が制御され、温度プログラムに従う温度調節が行われる。なお、36は非測定時ラッチ回路で、非測定時である温度調節時には、その測定温度は記憶されて温度調節回路19に送られる。さらに、プログラム信号SVが目標温度に到達すれば、最高温度到達信号を、タイマ37に与える。所要の保持時間を与えるための保持時間設定器38の設定時間を経過した後、捲線7の乾燥が完了したことを知らせる完了信号を発信する。これと共に、捲線温度演算回路15、温度プログラム設定回路17、交・直流切換回路18等にリセット信号を発信する。

(11)

は温度調節時間と温度測定時間との時間分割図を示し、(A)はスタート指令時、(B)は温度測定時間、(C)は温度制御時間、第5図は温度プログラム設定回路および温度調節回路の概略構成図である。

7: 捲線、8: サイリスタ~~電力調整器~~<sup>スイッチ</sup>、10: 直流定電流装置、13, 16: 前値増幅器、14: 温度プログラム調節器、15: 捲線温度演算回路、17: 温度プログラム設定回路、19: 温度調節回路。

三菱重工業株式会社  
特許出願人 富士電機計装株式会社

代理人 弁理士 横 屋 勉 夫

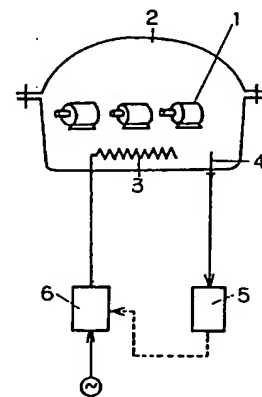
(13)

以上に説明するように本発明によれば、~~捲線~~<sup>モータ</sup>の捲線に交流電流を供給し、自己加熱させて乾燥させる乾燥装置であつて、室温を測定する温度センサと、前記捲線に所定の直流定電流を供給する直流定電流装置と、前記捲線の自己加熱の温度を演算する捲線温度演算回路と、交流電流と直流電流の周期的な切換動作を繰返す交・直流切換回路と、温度プログラム設定回路と、前記温度プログラム設定回路の温度プログラムと前記捲線温度演算回路の測定温度とを比較演算し捲線に与える交流電流を調節する温度調節回路とを設けたことにより、従来技術の問題点である捲線の乾燥時間が大幅に短縮され、その加熱エネルギーの消費量が節減されると共に、交・直流電流の切換操作により昇温と、測定が確実迅速に行われて、プログラム温度調節が有効である等の効果を有する。

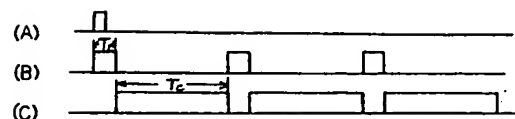
## 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の捲線乾燥温度制御装置の概略構成図、第2図は本発明の一実施例の概略構成図、第3図は捲線温度演算回路の概略構成図、第4図

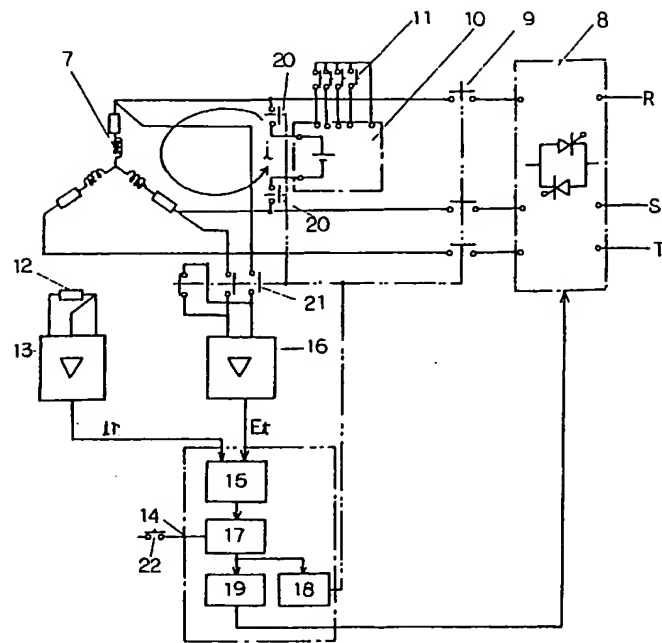
(12)



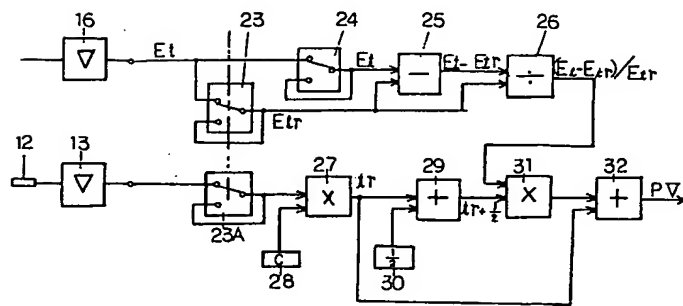
第 1 図



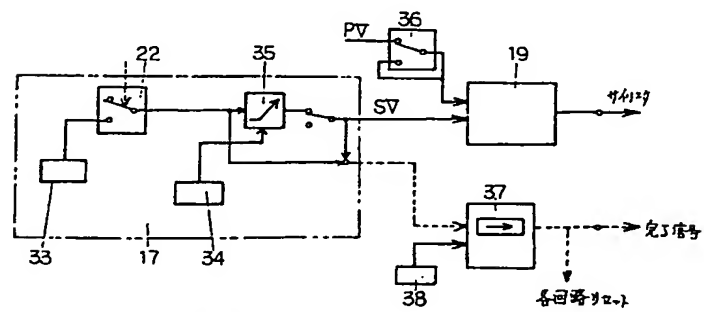
第 4 図



第 2 図



第 3 図



第 5 図